

Сплав TP2500 – начало революции?



Для нового инструментального сплава TP2500 компания SECO TOOLS разработала уникальную технологию нанесения покрытия – все кристаллы Al_2O_3 расположены в нем не хаотично, а в строго заданном направлении. В итоге инструмент приобрел дополнительную твердость и прочность.

 For the new tool alloy TP2500 the company SECO TOOLS developed the unique technology of application of coating – all crystals of Al_2O_3 are not located chaotically in it, but in the strictly set direction. In the total a tool obtained additional hardness and durability.

За окном XXI век. Семимильными шагами идет развитие электронной техники. Компьютеры и мобильные устройства заполнили нашу повседневную жизнь. С каждым годом они становятся все меньше, все изящнее

материалов применяются технологии, которые позволяют управлять созданием материалов на атомном уровне!

Компания SECO TOOLS разработала новый твердый сплав с покрытием, которое модифицировано на атомном уровне – сплав TP2500. Изюминка сплава – его покрытие, полученное по новой технологии DURATOMIC™. Результат – существенное повышение эксплуатационных свойств. Это тот редкий случай,

Как видно из рисунка, одно крайнее положение занимает алмаз – самый твердый (износостойкий) и, соответственно, самый хрупкий материал, а с другой стороны – быстрорежущая сталь. Промежуточное положение занимают твердые сплавы, как компромисс между твердостью и прочностью. Синяя пунктирная



Рисунок 1. Режущие материалы

и одновременно – мощнее. Эта продукция является одним из результатов работ, которые ведутся, как сейчас модно говорить, в области нанотехнологий. А как же

повышения прочностных характеристик, не снижая твердости покрытия! Интересно, как же удалось достичь такого? В данной статье мы расскажем об этом.

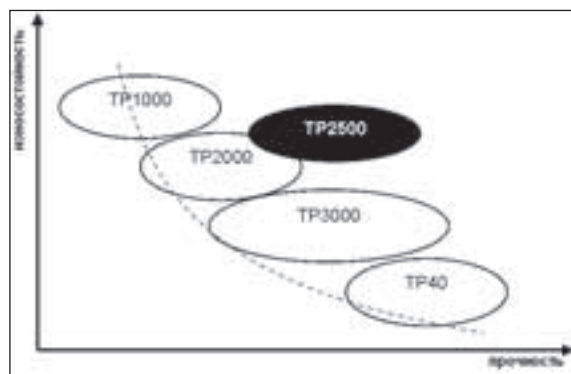


Рисунок 2. Твердые сплавы токарной группы компании SECO

другие отрасли, возможно ли и в них использовать достижения этой современной науки? Оказывается, возможно! И одним из таких направлений является инструментальное производство. На первый взгляд, связь не очевидна. Однако наука не стоит на месте, и теперь при производстве новых режущих

материала снижается его прочность и наоборот. Если рассматривать существующие режущие материалы, то в координатах «твердость-прочность» они расположатся следующим образом (см. рис. 1):

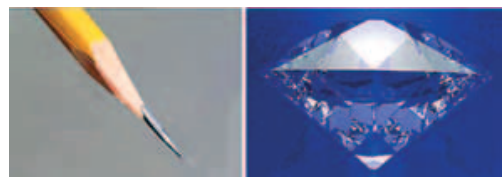


Рисунок 3. Аллотропные модификации углерода – алмаз и графит

линия – это усреднение, тренд, т.е. то, как на данный момент идет развитие твердосплавных режущих материалов. Компания SECO сделала новый шаг на этом пути развития (см. рис. 2).

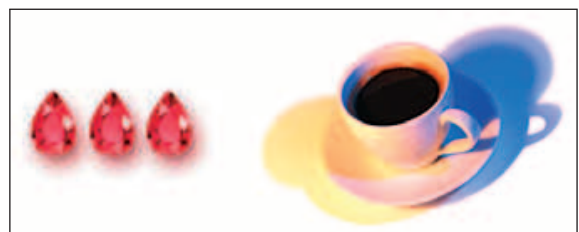


Рисунок 4. Рубин и керамика

Сплав TP2500 одновременно обладает как высокой износостойкостью, так и прочностью, и стоит на ступеньку выше существующих сплавов.

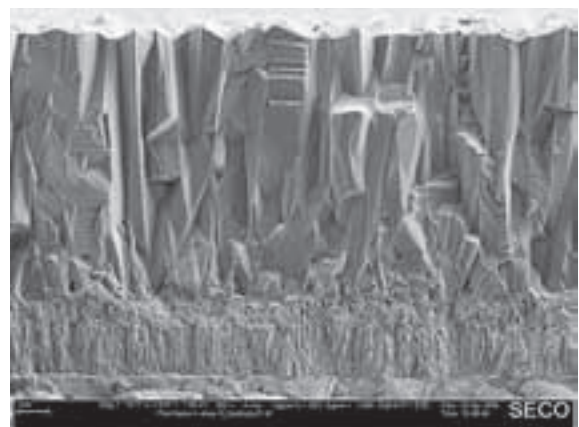


Рисунок 5. Покрытие на сплаве TP2500, полученное по технологии DURATOMIC™

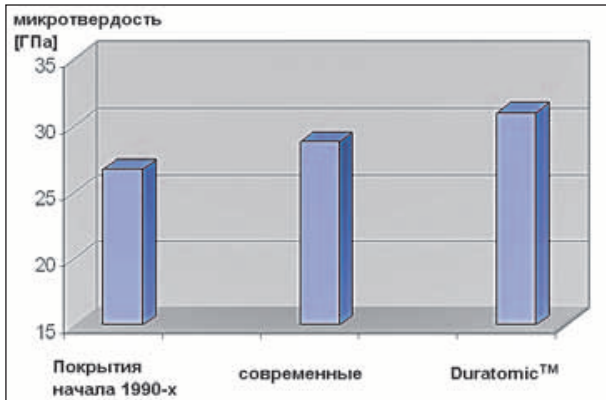


Рисунок 6. Микротвердость различных покрытий на основе оксида алюминия

Теперь посмотрим, за счет чего это достигается. Эксплуатационные свойства конечного изделия, твердого сплава, складываются, в основном, из свойств основы и покрытия. В данном случае, революционным является покрытие на основе оксида алюминия и технология его получения. Конечно, покрытия на основе Al_2O_3 существовали и ранее, однако это не совсем «стандартный» оксид алюминия.

Однако какие принципиально различные свойства!

Различие свойств обуславливается различным кристаллическим строением. Каждый атом в алмазе окружен четырьмя другими атомами углерода, образуя трехмерную решетку, тогда как в графите каждый атом углерода связан с тремя соседними атомами в одной плоскости, образуя подобие ячеистой сетки. Эти графитные листы слабо сцеплены между собой, и легко соскальзывают друг с друга, являясь мягким материалом.

Такая же ситуация наблюдается и для оксида алюминия. Имея одну и ту же формулу Al_2O_3 , но различную кристаллическую решетку, веществ



Рисунок 7. Тест на ударную прочность

его применения необходимо было каким-либо образом усилить его прочностные характеристики и при этом не снижать его износостойкость. Это, в свою очередь, достигается благодаря особому расположению кристаллов оксида алюминия. И здесь необходимо вспомнить еще одно свойство кристаллов – анизотропию.

Наглядный пример анизотропии свойств (т.е. свойства материала различны в разных направлениях) демонстрирует древесина. Она легко рубится вдоль волокон и затруднительно – поперек. Другой пример – чугун. Этот материал очень хорошо сопротивляется сжимающим напряжениям и плохо сопротивляется растягивающим. Т.е. при одной и той же нагрузке, только изменив направление воздействия, можно разрушить изделие. Та же картина наблюдается и при воздействии на кристалл. В одном направлении кристалл выдерживает значительные нагрузки, в другом, увы, нет.

Кристалл оксида алюминия – сложная пространственная фигура, поэтому сначала необходимо было выявить, в каком направлении данный кристалл лучше всего сопротивляется внешним нагрузкам. Однако, это только часть задачи. После этого необходимо расположить все кристаллы в покрытии так, чтобы именно то направление, которое воспринимает максимальную нагрузку, было направлено к обрабатываемой детали. В этом и заключается уникальность технологии нанесения данного покрытия – заставить расти все кристаллы в строго заданном, требуемом направлении (рис. 5).

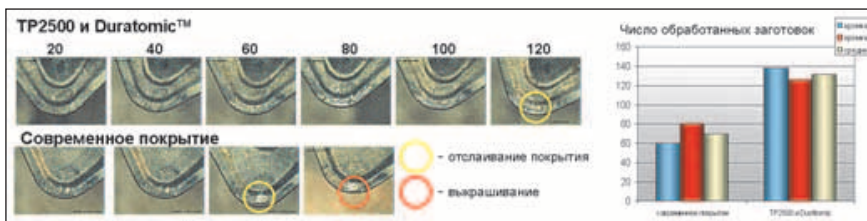


Рисунок 8. Результаты сравнительных испытаний

Как же вещество, которое состоит из одних и тех же элементов (атомов) может иметь различные свойства? Рассмотрим простой пример. Углерод – в зависимости от кристаллической решетки – может иметь принципиально различные свойства: алмаз и графит. И в первом, и во втором случае это «чистый» углерод (рис. 3).

ва будут иметь различные свойства (рис. 4).

Поэтому свойства оксида алюминия, полученного по новой технологии DURATIC™, также существенно отличаются от покрытий, полученных традиционными технологиями. Известно, что это достаточно хрупкое вещество (см. рис. 1), поэтому для увеличения диапазона

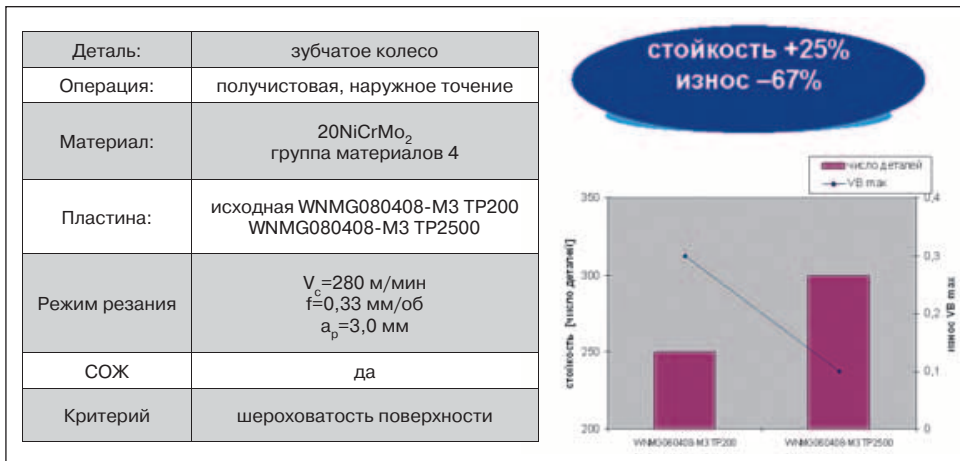


Рисунок 9. Сравнительные испытания сплава TP2500 и сплава TP200

деталь:	кольцо подшипника
операция:	чистовая, растачивание
материал:	SS52100 группа материалов 4
пластина:	Ref.1 WNMG060412-M3 TP1000 Ref.2 WNMG060412-M3 TP3000 WNMG060412-M3 TP2500
Режим резания	$V_c=200$ м/мин $f=0,35$ мм/об $a_p=1,5$ мм
СОЖ:	да
критерий:	шероховатость поверхности

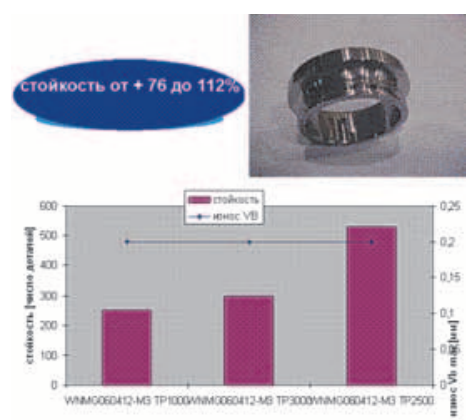
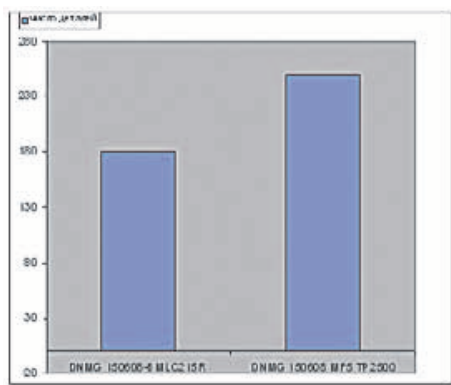


Рисунок 10. Сравнительные испытания сплавов TP2500, TP1000 и сплава TP3000

точение и подрезание торца. Обрабатываемый материал – низколегированная сталь. Критерий – снижение шероховатости поверхности ниже заданного значения. Как видно из графика, новый сплав TP2500 показал стойкость (измеряемую в деталях) на 25% выше и одновременно с этим было обнаружено существенное снижение износа по задней поверхности на 67%. Это говорит о том, что если бы критерием, по которому производился тест, был бы износ по задней поверхности, то сплав TP2500 показал

стойкость + 72%



Таким образом, расположив кристаллы в нужном положении, был получен оксид алюминия, который по своим свойствам значительно превосходит существующие варианты как по твердости, так и по прочности, что в данном случае является наиболее существенным преимуществом. На рисунке 6 приведена микротвердость покрытий на основе оксида алюминия.

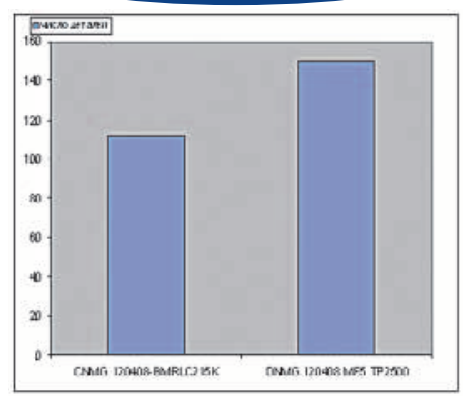
Однако наиболее важным результатом явилось то, что существенно возросла прочность данного «хрупкого» материала. Для сравнения прочностных характеристик был проведен следующий тест. Для имитации обработки с ударом была подготовлена заготовка, в которой было просверлено 101 отверстие диаметром 7 мм. После этого подрезался торец заготовки с заданным режимом резания (см. рис. 7).

Результаты испытаний приведены на рисунке 8. Как видно из практического опыта, сплав с новым покрытием выдерживает больше динамических нагрузок (ударов). Если сплав с современным покрытием начинает выкрашиваться уже на восьмидесятой заготовке, то для сплава TP2500 только на 120 детали наблюдается некоторое отслаивание покрытия, а выкрашивание начинается после 130 детали.

Теперь рассмотрим результаты практического применения сплава TP2500 в производственных условиях. Пример показан на рис. 9. В данном случае производилось сравнение нового сплава с уже хорошо зарекомендовавшим себя сплавом TP200. Деталь – зубчатое колесо, обработка – наружное полустовое

бы повышение стойкости почти на 100%!

стойкость + 75%



Станок	КТ 141 П	
Деталь:	Обойма подшипника 6-27.61602	
Материал:	ШХ15СГ Group 4	
Твердость:	189...217 НВ	
Вид обработки:	наружное точение по контуру, чистовая операция, непрерывное резание, без эмульсии	
Режимы резания:	$V_c = 96$ м/мин $n = 240$ об/мин $f_a = 0,4$ мм/об $a_p = 2,5$ мм	
Машинное время:	1,62 мин/деталь	
Базовая пластина:	DNMG 150608-BMLC215R	
DNMG 150608-BMLC215R	DNMG 150608 MF5 TP2500	
Результат:		
	SECO	Конкурент
Штук/кромка	250	180
Стружко-образование	элементная стружка	сливная стружка
Причина отказа:	износ по задней поверхности	

Рисунок 11

Станок	1П426Ф3	
Деталь:	Корпус подшипника 9039412.01	
Материал:	ШХ15СГ Group 4	
Твердость:	189...217 НВ	
Вид обработки:	внутреннее точение, чистовая операция, непрерывное резание, без эмульсии	
Режимы резания:	$V_c = 100$ м/мин $n = 400$ об/мин $f_a = 0,5$ мм/об $a_p = 2$ мм	
Машинное время:	1,1 мин/деталь	
Базовая пластина:	CNMG 120408-BMRLC215K	
DNMG 150608-BMLC215R	DNMG 120408 MF5 TP2500	
Результат:		
	SECO	Конкурент
Штук/кромка	150	112
Стружко-образование	элементная стружка	сливная стружка
Причина отказа:	износ по задней поверхности	

Рисунок 12

Следующий пример относится к обработке подшипниковых сталей. Как и в предыдущем случае, критерием отбора служило снижение шероховатости поверхности. В данном примере производилась чистовая расточка и подрезка торца кольца подшипника. Как видно из рисунка (см. рис. 10), здесь стойкость увеличилась до 112%!

Следующие примеры (и также связанные с обработкой подшипников) приведены на рис. 11 и 12.

На основании данных примеров можно сделать вывод, что применение сплава TP2500 в данном случае оправдано и более выгодно. Также следует подчеркнуть, что в данном случае режим резания был несколько ниже, чем тот, который рекомендован для данного сплава. В случае, если скорость резания будет увеличена, показатели стойкости могут также увеличиться.

Таким образом, можно подвести некоторые итоги относительно сплава TP2500 и особенностей его применения:

- преимущественный выбор при обработке сталей (группа ISO P15-P30). Благодаря высокой износостойкости и прочности этот

сплав может быть рекомендован в 80% случаев;

- повышается точность обрабатываемой детали — это результат сопротивления износу по задней поверхности;

- исключительная чистота по-



верхности из-за сопротивления наросту на кромке;

- возможность обработки деталей от чистовой до получерновой, даже при условии прерывистого резания;

- данный сплав может использоваться для массового и крупно-

серийного производства благодаря длительному сроку службы и исключительной износостойкости;

- также рекомендуется для единичного и среднесерийного производства благодаря широкому диапазону применений (обрабатываемых материалов), возможности использования при больших подачах и как при больших, так и при низких скоростях резания, возможности работы с СОЖ и без СОЖ.

Для того, чтобы оценить качество и производительность этого сплава, вы можете обратиться в представительство компании SECO в Украине.

Владимир Долгих, к.т.н., руководитель отдела маркетинга.